

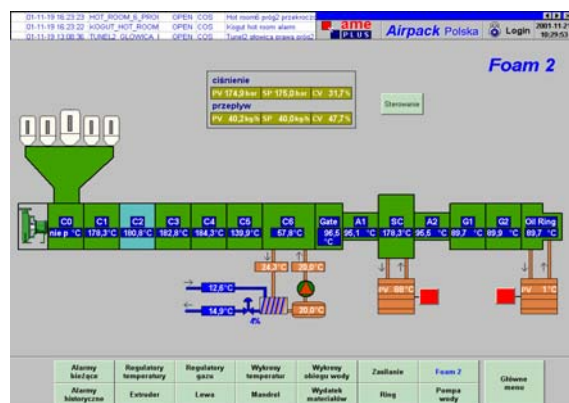
System sterowania i monitorowania wylączarki polietylenowej

Proces produkcji pianki polietylenowej (PE) jest dość złożonym procesem technologicznym i pewne jego etapy muszą zostać przeprowadzone bardzo precyzyjnie i ściśle według wytycznych podanych przez technologów. Niespełnienie ich wymogów powoduje znaczne pogorszenie jakości produktu końcowego, a z tym wiąże się straty finansowe.

Wylączarka pianki polietylenowej, ze względu na swą konstrukcję, nie jest łatwym do regulacji obiektem. Zastosowanie standardowego algorytmu regulacji PID, zaimplementowanego w większości sterowników PLC, nie pozwala zazwyczaj na uzyskanie zadawalającej jakości regulacji. W omawianym przypadku dużej wylączarki, o wydajności około 200 kg/h i o dużej pojemności cieplnej, ustalenie właściwych nastaw regulatorów nie było zadaniem prostym. Konieczne okazało się zaimplementowanie dedykowanych algorytmów regulacji, które spełniły wymagania, co do jakości regulacji, a również, co do jakości pianki.

AirPack Polska specjalizuje się w produkcji opakowań znajdujących zbyt na rynku krajowym oraz na rynkach Europy Centralnej i Wschodniej.

Projekt systemu monitorowania i sterowania wylączarką pianki polietylenowej został opracowany przez firmę **AMEplus Sp. z o.o.** z **Gliwic**.



Rys.1 Wylączarka – Ekran synoptyczny

Proces produkcji pianki PE można podzielić na pięć, następujących faz:

1. Dozowanie wsadu, który komponuje się w odpowiednich proporcjach z różnych rodzajów granulatu,
2. Wstępne uplastycznienie wsadu,
3. Wtrysk butanu do masy plastycznej,
4. Nadanie odpowiednich właściwości masie plastycznej poprzez transportowanie jej przez strefy o zróżnicowanych, ściśle określonych profilach temperaturowych,
5. Tłoczenie pianki polietylenowej.

Dozowanie granulatu odbywa się w specjalizowanym do tego celu urządzeniu, zwanym dozownikiem. Urządzenie to bardzo precyzyjnie dozuje poszczególne rodzaje granulatu w odpowiednich proporcjach.

Dozownik wyposażony jest w przepływomierze oraz regulator stosunku mas. Regulator stosunku na podstawie pomiaru prędkości obrotowej wału maszyny wypracowuje sterowanie, które jest podawane na poszczególne dozowniki granulatu, ustalając w ten sposób właściwy skład mieszanki, która jest podawana do wylączarki.

W fazie **wstępnego uplastycznienia** uzyskujemy jednolitą, plastyczną masę, którą można poddawać dalszemu procesowi obróbki termicznej. W tej fazie wprowadzone rodzaje granulatu zostają zamienione w jednolitą masę plastyczną.

Kolejnym etapem produkcji pianki PE jest **uplastycznianie masy** polegające na wtłoczeniu butanu pod bardzo dużym ciśnieniem. Wprowadzony gaz powoduje powstawanie w masie plastycznej pęcherzyków, które nadają jej strukturę i właściwości pianki.

Ponieważ temperatura wtryskiwanego gazu jest niska, więc, aby nie występowało zamarzanie zamarzniętym gazem dyszy wtryskiwacza, co powodowałoby okresowe uderzenia ciśnienia, stosuje się bardzo precyzyjny układ regulacji ciśnienia w celu płynnego, o małych wahaniach wtrysku gazu. Zjawisko takich uderzeń występuje losowo i ma niekorzystny wpływ na proces regulacji temperatury i na jakość pianki, bo objawia się ono brakiem pęcherzyków w piance.

Po przejściu masy przez strefę, w której następuje jej wstępne uplastycznienie, masa przechodzi do strefy, w której wtryskiwany jest butan, a następnie do kolejnych stref, w których następuje właściwe ukształtowanie jej cech.

W strefach tych powinien być zadany profil temperatury, który jest ustalony dla danego produktu. Przyjęto następujące kryteria oceny regulacji temperatury, dotyczące przedziałów zmian wartości bezwzględnej uchybu regulacji temperatury:

- 0 ± 1 °C - regulacja dobra,
- 0 ± 2 °C - regulacja zadowalająca,
- > 2 °C - regulacja niezadowalająca.

Algorytm regulacji temperatury

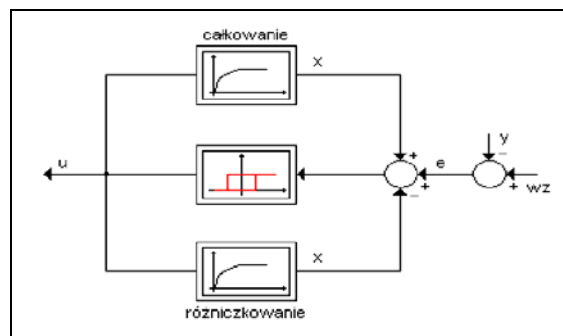
Rys. 2 przedstawia schemat blokowy zaimplementowanego układu regulacji.

Zgodnie z tym schematem zaimplementowano w sterowniku regulację dwupołożeniową z dwoma inercyjnymi pętlami sprzężenia korekcyjnego.

Taki układ regulacji spełnił postawione założenia, co w niektórych strefach wytłaczarki pozwoliło uzyskać uchyb w zakresie **0.5°C**.

Wykorzystany algorytm regulacji dwupołożeniowej z korekcją dynamiczną cechuje:

- prostota i niezawodność,
- dobra jakość przebiegów regulacji dla obiektów cieplnych.



Rys. 2 Regulacja dwupołożeniowa z korekcyjnymi sprzężeniami zwrotnymi

W sterowniku obliczono inercje według poniższego wzoru:

$$x_{k+1} = e^{-\frac{T_i}{T}} x_k + (1 - e^{-\frac{T_i}{T}}) \frac{k}{T} u_k$$

gdzie:

- T_i – okres próbkowania, w zakresie 1..3 s,
- T – stała czasowa inercji,
- k – wzmocnienie inercji,
- u_k – sterowanie na chwilę k -tą,
- x_k – wartość zmiennej stanu inercji.



Rys. 3 Ekran synoptyczny-Parametry regulatora

Dobór właściwych nastaw, który obejmują dobór współczynników wzmocnienia i stałych czasowych dwóch korekcyjnych inercji oraz stałej histerezy elementu przełączającego, bardzo zależy od pojemność cieplnej obiektu, która ulega zmianie.

Aby spełnić wymagania postawione przez technologów należało wprowadzić znaczne wyprzedzenia załączanie grzałek oraz znacznie przyspieszyć ich wyłączenie, co w niektórych

strefach dało efekt impulsowego załączania elementów grzejnych. Taka praca układu regulacji mogła być zaakceptowana, ponieważ jako elementy przełączające zastosowano tranzystory mocy z układami wykrywania przejścia sinusoidy przez zero. Dzięki zastosowaniu korekcyjnych sprzężeń zwrotnych uzyskano odpowiednie przyspieszenie załączania i wyłączenia elementów grzewczych. Należy tutaj dodać, iż aby korekcyjne sprzężenie zwrotne było optymalnie wykorzystane, należy pracować na częściach dynamicznych odpowiednio dobranych inercji.

Zadania sterowania nadrzędnego realizuje aplikacja pakietu **Intellution iFIX v2.5 EN**. Konfiguracja sprzętowa systemu obejmuje stację operatorską **Server** oraz dwie stacje operatorskie typu **View**. Aplikacja ta służy do wizualizacji, archiwizowania danych, zapewnienia bezpieczeństwa osobom pracującym na hali oraz monitorowanie pracy linii wytwarzającej piankę PE. Komunikacja pomiędzy sterownikiem a serwerem oraz pomiędzy serwerem a stacjami operatorskimi odbywa się w sieci **Ethernet**.

W systemie zastosowano sterowniki **GE Fanuc serii 90-30**. Wybrano konfigurację sprzętową widoczną na Rys. 4 z następującymi modułami: CPU 364, termoparowe moduły Horner Electric, ALG 223, ALG 392, MDL 655, MDL 753, MDL 645, MDL 940.



Rys.4 Konfiguracja sterowników

System sterowania i wizualizacji zastosowano w zakładzie firmy:

AirPack Polska

44-120 Pyskowice, ul. Poznańska 4
tel. (032) 330 03 00, 234 47 69
tel./fax (032) 330 03 03, 234 47 70
www.airpack.com.pl

Aplikacja sterownikowa i pakietu iFIX została wykonana przez:

AMEplus Sp. z o.o.

44-100 Gliwice, ul. Wieczorka 33
tel. (032) 231 85 30
tel./fax (032) 231 82 92
www.ameplus.pl